

CLIPPEDIMAGE= JP363262462A

PAT-NO: JP363262462A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63262462 A

TITLE: METHOD AND DEVICE FOR PLASMA-CONTROL MAGNETRON SPUTTERING

PUBN-DATE: October 28, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HATA, TOMONOBU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

UBE IND LTD

N/A

APPL-NO: JP62093175

APPL-DATE: April 17, 1987

INT-CL\_(IPC): C23C014/36

US-CL-CURRENT: 204/298.2

ABSTRACT:

PURPOSE: To adjust the distribution of plasma and to easily control the composition of a deposited film by providing a magnetic pole respectively on the rear of a target and on the rear of a substrate, and changing the magnetic field intensity or the polarity by a magnetic field controller.

CONSTITUTION: In an AC magnetron sputtering device, a rear magnet 1 is provided on the rear of the target 7, and a permanent magnet 4 is furnished on the rear of the substrate 8 as a rear magnet 9. A solenoid coil 2 or a permanent magnet is used as the rear magnet 1. The permanent magnet 4 is fixed to an induction member 5. A solenoid coil 6 is set on the outside of a vacuum chamber, and the magnetic field intensity or the polarity is optionally changed by the magnetic field controller 11. In addition, an auxiliary magnetic pole 3 is provided in front of the outer side of the target 7, and the magnetic field in the vicinity of the target 7 is attracted by the pole 3. As a result, the distribution of plasma is changed to move the sputtering zone of the target 7, and the composition of the deposited film can be changed in the thickness direction.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-262462

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)10月28日

C 23 C 14/36

8520-4K

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑬ 発明の名称 プラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置及び方法

⑭ 特 願 昭62-93175

⑮ 出 願 昭62(1987)4月17日

⑯ 発 明 者 畑 朋 延 石川県金沢市つつじが丘295番地

⑰ 出 願 人 宇部興産株式会社 山口県宇部市西本町1丁目12番32号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

プラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置  
及び方法

## 2. 特許請求範囲

(1) 直流または交流マグネトロンスパッタリング装置において、ターゲット裏面及び基板裏面にそれぞれ磁極を設け、これら磁極の少なくとも一つの磁界強度または極性を変化させることのできる磁界調節装置を備えることを特徴とするプラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置。

(2) 真空室の外部に磁場可変のソレノイドコイルを設置し、帯磁しうる材質からなる誘導部材によりその磁力線を基板またはターゲットに導くことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置。

(3) ターゲットの外側前方に補助磁極を設けることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置。

(4) 直流または交流マグネトロンスパッタリ

ング法において、ターゲット裏面及び基板裏面にそれぞれ磁極を設け、これら磁極の少なくとも一つの磁界強度または極性を変更し、ターゲットに接するプラズマの分布を調節することによりスパッタリングを行うことを特徴とするプラズマ制御マグネトロンスパッタリング法。

(5) ターゲットのスパッタさせたい領域ではターゲット裏面磁極と基板裏面磁極との間で反発磁界を形成し、ターゲットのスパッタさせたくない領域ではターゲット裏面磁極と基板裏面磁極との間で吸引磁界を形成させることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載のプラズマ制御マグネトロンスパッタリング法。

(6) 少なくとも二種類の組成の異なる部分を有するターゲットを用い、プラズマ分布を変えターゲットのスパッタされる領域を移動させることによって堆積膜の成分組成を厚さ方向に変化させることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載のプラズマ制御マグネトロンスパッタリング法。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は少なくとも二種類の元素から成る組成の異なる部分構造の組み合わせからなるターゲットを用い、プラズマ分布を変えターゲットのスパッタされる領域を移動させることによって堆積膜の成分組成を厚さ方向に変化させることができるプラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置及び方法に関する。

〔従来の技術およびその問題点〕

直流または交流マグネトロンスパッタリングにおいて、ターゲット裏面のマグネロン磁石に加え、ターゲットの前部側面にソレノイドコイルを設置し、両磁石の合成磁界を変えることによりプラズマ分布を変化させるプラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置については本発明者が既に出願を行っている（特願昭61-183375号）。この装置を用いることにより、厚さ方向に組成分布が変化する堆積膜を基板上に形成することが可能であり、例えば半導体の配線、電極などの有用な部材を提供できる。

面にそれぞれ磁極を設け、これら磁極の少なくとも一つの磁界強度または極性を変更し、ターゲットに接するプラズマの分布を調節することにより、スパッタリングを行うことを特徴とするプラズマ制御マグネトロンスパッタリング法に関する。

また設置位置微動調節装置により誘導部材の一部を可動とする事によりターゲットまたは基板の位置を微調整し、最適の位置関係を得るようにすることができる。

以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明の装置の一実施例を示す縦断面図である。

ターゲット7の裏面にターゲット裏面磁極1が設けられ、基板8の裏面に基板裏面磁極9として永久磁石4が設けられている。ターゲット裏面磁極1としてはソレノイドコイル2または永久磁石の何れであってもよい。永久磁石4は、上下方向に可動であり真空室の外部に一端が突き出た誘導部材5に取りつけられている。誘導部材5は図示

この装置においては前面ソレノイド磁石を真空室の外周部に設置しておりターゲットと前面ソレノイド磁石との距離が大きく、従ってプラズマ分布を変化させるためには前面ソレノイド磁石を強くする必要があり、このため装置が大きくなったり、大きな電流を必要とするなどの若干の問題があった。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明者はさらに使用特性、実用性に優れたプラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置及びその方法を開発すべく鋭意検討の結果、本発明に到達した。

本発明は、(1) 直流または交流マグネトロンスパッタリング装置において、ターゲット裏面及び基板裏面にそれぞれ磁極を設け、これら磁極の少なくとも一つの磁界強度または極性を変化させることのできる磁界調節装置を備えることを特徴とするプラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置、及び(2) 直流または交流マグネトロンスパッタリング法において、ターゲット裏面及び基板裏

しなく設置位置微動調節装置によって上下方向に移動させることができる。誘導部材の材質は磁力線により帯磁できるものである限り特に制限はなく、例えばステンレスで表面被覆された珪素鉄であることができる。誘導部材を設けたことにより真空室の小型化、装置の簡素化が可能である。

真空室の外部にソレノイドコイル6が設置されており、その磁界の強さまたは極性は、ソレノイドコイル6に接続された磁界調整装置11により任意に変化させることができる。磁界調整装置11の具体例としてはトランスフォーマー、極性切換スイッチまたはパルス発生器を挙げることができる。

真空室外部のソレノイドコイル6の磁界の方向は中央部のターゲット裏面磁極1とは逆の方向に設定されている。

ターゲットの外側前方に補助磁極3が設けられており、補助磁極3によりターゲット7近傍の磁界が吸引される。各磁極の合成磁界は第1図において矢印を有する線で示したような分布を示す。

基板裏面磁極9の磁界とはこの例の場合基板裏面の永久磁石4の磁界と誘導部材5により真空室内に誘導された真空室外部のソレノイドコイル6の磁界との合成磁界を指すものとする。

第2図に、本発明のもう一つの例を示す。第2図(a)のような並行板状に配置されたターゲットを用い、第2図(b)のような複数のソレノイドコイルをターゲット裏面に配置した装置において、ソレノイドコイル10aとソレノイドコイル10bとは独立に磁界の強さ、極性を変える事ができる。第2図(b)にはソレノイドコイル10aの極性を基板磁極9とは逆方向、ソレノイドコイル10bの極性を基板磁極と同じにした場合の磁界分布を例示している。

ターゲットA近傍の合成磁界はターゲットに対し並行、ターゲットB近傍の合成磁界はターゲットに対し垂直の成分が主となり、ターゲットAがスパッタされるのに対し、ターゲットBはスパッタされない。従って堆積膜には主としてA成分が含まれることになる。

変化し、ターゲットの中央部分がスパッタされる。

また誘導部材5を上下方向に移動し基板8とターゲット7との距離を変えても類似の効果が得られる。基板8の磁界の強さを変える代わりにターゲット裏面磁極1の磁界の強さまたはターゲット裏面磁極1とターゲット7との距離を変えても同様の効果が得られる。

さらにソレノイドコイル6及び/または2に流す電流をパルス発生器10により変調し、磁界の強さをパルス状とする事により印加磁界の強さを時間的にパルス変化させる事も可能である。

本発明の厚さ方向に組成が変化する堆積膜を形成する方法につき、第1図の装置を例として説明する。

第4図(g)にターゲット配置の一例を示す。同心円状にA、Bの二種のターゲットが配置されている。

一例として第1図の装置において、ターゲット裏面磁石1の磁界の強さを一定とし、ソレノイドコイル6の電源回路にパルス発生器10を設け、

ある時点でソレノイドコイル10a、10bの極性を逆転させると磁界分布は反転し、ターゲットBが主としてスパッタされて、堆積膜の主成分をB成分に切り換えることができる。

ソレノイドコイル10a、10bの極性を同方向にすれば両成分を同時スパッタも可能である。この場合、ソレノイドコイル10a、10bの磁界の強さを変えることにより堆積膜中のA成分、B成分の比率を任意に変えることができる。

第1図の装置において、第7図に示す形状のターゲット7を用い、ターゲット裏面磁極1の強さを変えた場合の磁力線の方向とスパッタされる位置を示す部分図を第3図に示す。

第3図(a)、(b)に磁界の強さを変化させた場合のスパッタされる位置の変化の様子を示す。基板裏面磁極9の磁界を強めターゲット裏面磁極1を弱めると第3図(a)のように合成磁界は変化し、外周辺の部分がスパッタされる。また基板裏面磁極9の磁界を弱めターゲット裏面磁極1の磁界を強めると第3図(b)のように合成磁界は

ソレノイドコイル6にかかる電圧を変えて基板磁界の強さを第4図(c)のように変えた場合、ターゲット上のプラズマの位置は第4図(a)、(b)の様に制御される。

材料Aを飛ばすには基板磁界の強さ $B_s$ をプラズマ密度の高い点が材料A上に来る値( $B_o$ )に設定する。 $B_s$ をそれより弱い $B_1$ にすると第4図(b)に示すようにプラズマはターゲットの外周辺まで移動し材料Bと材料Aが同時にスパッタされる。材料Aが材料Bに混入する割合はターゲットの配置と $B_1$ の値による。

従って、二層膜を堆積するには例えばまず $B_s = B_o$ で所望の膜厚までAを堆積し、次いで $B_s = B_1$ でA、Bの混合膜をその上に堆積すればよい(第4図(d))。第4図(c)のデューティ比および繰り返し周波数を調節することによりA、Bの混合比及び膜厚を望む値に調節できる。例えば、堆積膜の表面に向けて、膜Aの厚みを順次減少させ、AとBの混合膜の厚みを順次増大させることもできる(第4図(f))。またAとBの混

合膜中のBの混合割合を次第に増大させることもできる。またプラズマ位置の切換えを第4図(c)のように二位置間で不連続に切り換えるのではなく、連続的に変化させることにより各堆積膜間の界面層の組成を連続的に変化することもできる。さら磁界の強さ $B_s$ を適当に設定すればA、Bを各単独に堆積することも可能である(第4図(e))。同様にA、B、B'等の種々の組み合わせの多層膜や連続的に組成の変化する膜を形成することができる。

#### (製造例)

以下、製造例により本発明を更に具体的に説明する。

#### 製造例1

同心円状に配置されたAおよびBターゲット(A:シリコン、B:チタン、タングステン、モリブデンなどの高融点金属)を用い、基板磁界の強さを調節してスパッタ初期にはプラズマがAターゲットのみに接触し、スパッタ後期にはプラズマがA、B両ターゲットに接触するように運転す

る。生成した膜の断面は下層がポリシリコン、上層がチタンとシリコンの合金などの高融点金属合金からなる二層膜となった(第5図)。

#### 製造例2

同心円状に配置されたAおよびBターゲット(A:シリコン、B:モリブデン、タングステン、チタンなどの高融点金属)を用い基板磁界の強さを調節して、スパッタ初期にはシリコンのみにプラズマが接触、中期には基板磁界の強さを徐々に弱めて行きスパッタ後期には両ターゲットにプラズマが接触するように運転した。

得られた膜の断面は下層がポリシリコン、中層は連続的に組成が変化して上層の高融点金属シリコン合金につながる三層構造となった(第6図)。

#### 製造例3

ターゲットとして第7図に示したような角型形状のものを用い並行板状に配置されたAおよびBターゲットをもつ角型スパッタ装置を用い(A:モリブデン、B:シリコン)、基板磁界の強さを調節してスパッタ初期にはプラズマが両ターゲッ

に接触し、のち次第に圧縮されてAターゲットのみに接触するように運転した。

下層で緩やかに組成が変化する金属膜が得られ、はがれなどのトラブルが改善された(第8図)。

#### 製造例4

第1図の装置を用い、酸化イットリウム/酸化イットリウムバリウム銅二成分ターゲット上でプラズマを振動させて酸化イットリウム基板上に超格子膜を形成した。プラズマの振動周期を次第にずらすことにより基板に近い層では酸化イットリウム層を厚く、酸化イットリウムバリウム銅層を薄くし、堆積膜が基板から遠ざかるにつれ次第に酸化イットリウム層を薄く、酸化イットリウムバリウム銅層を厚くした。1000℃のアニールでもクラックのない良好な多層膜が得られた。

#### (発明の効果)

本発明によれば、プラズマを制御することにより、成分の異なるターゲットへのスパッタ比をコントロールしてスパッタ堆積膜の組成を容易にコントロールする方法及びその装置を提供すること

ができる。

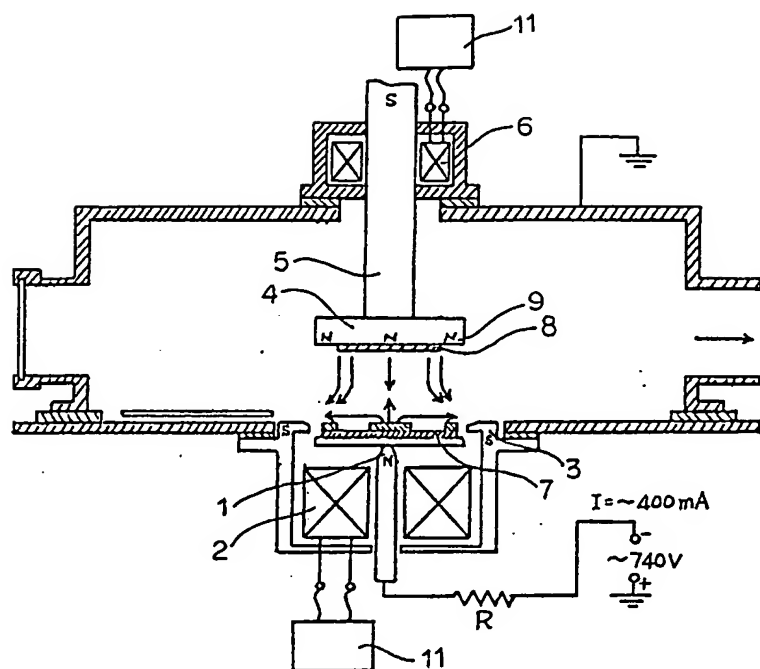
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明にかかるプラズマ制御マグネトロンスパッタリング装置の構造を表す縦断面略図であり、第2図(a)はターゲットの一例を示す図であり、第2図(b)、第3図(a)及び第3図(b)は磁極の極性または磁界の強さを変えた場合の磁力線の方向とスパッタされる位置を示す部分図であり、第4～第8図はそれぞれ本発明の実施態様を示す図である。

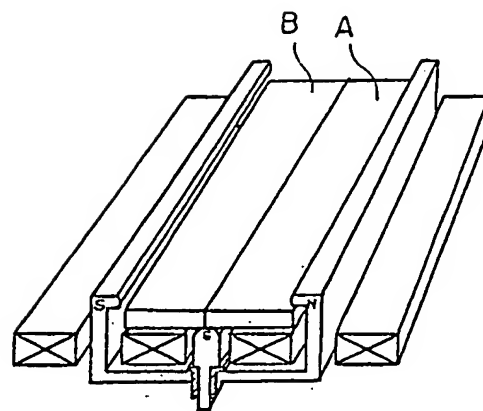
1…ターゲット裏面磁極、2、6、10a、10b…ソレノイドコイル、3…補助磁極、4…永久磁石、5…誘導部材、7…ターゲット、8…基板、9…基板裏面磁極、11…磁界調整装置(トランスフォーマー、極性切換えスイッチ、パルス発生器)。

特許出願人 宇部興産株式会社

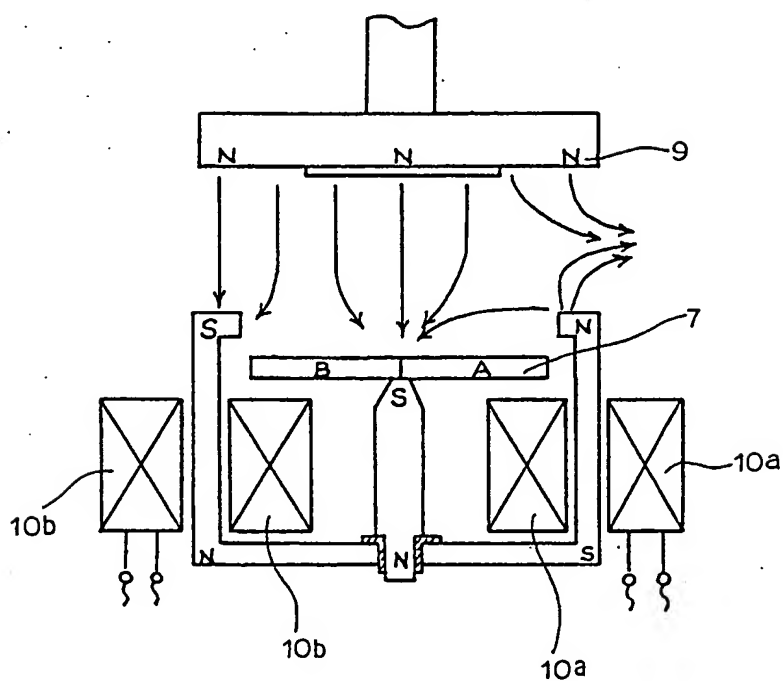
第 1 図



第 2 図  
(a)



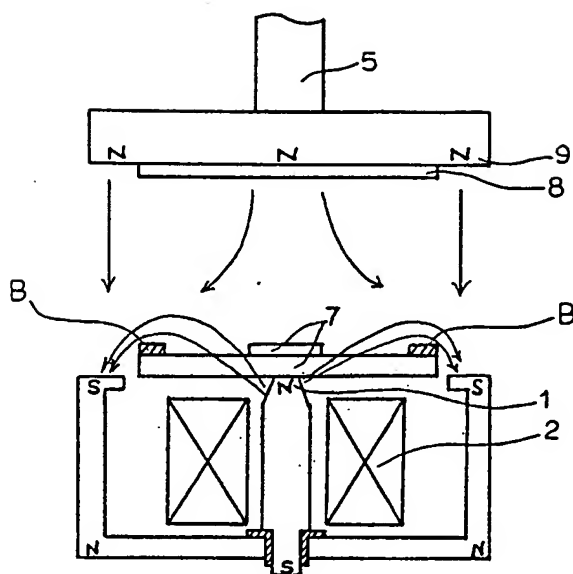
第 2 図(b)



BEST AVAILABLE COPY

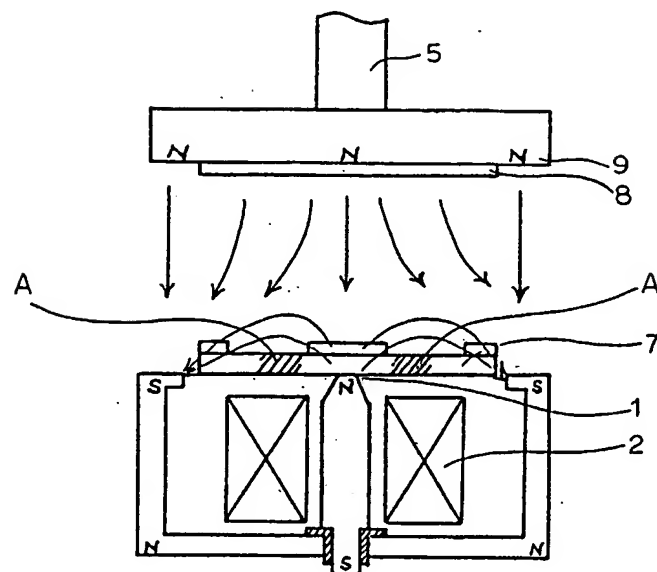
第 3 図

(a)

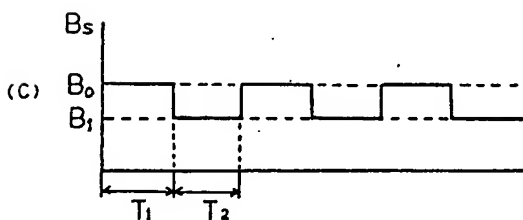
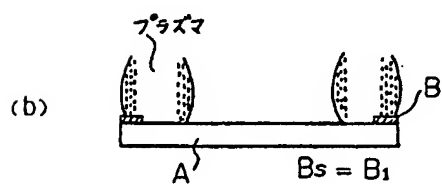
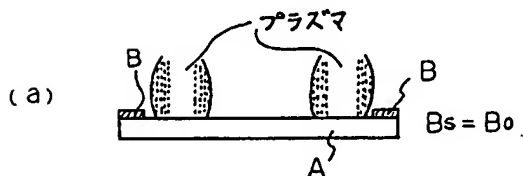


第 3 図

(b)



第 4 図



第 4 図

(d)

A + B
A
A + B
A
A + B
A

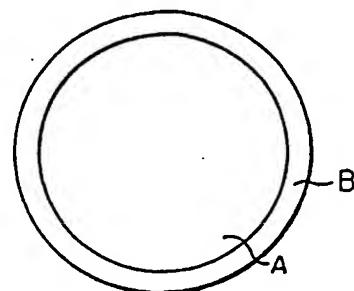
(e)

B
A
B
A
B
A

(f)

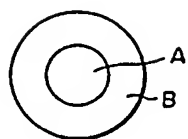
A + B
A
A + B
A
A + B
A
A + B
A

(8)

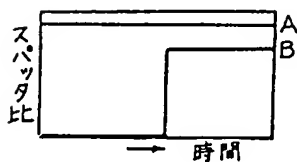


第 5 図

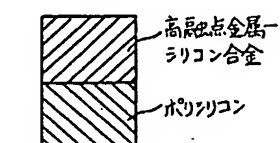
(a)



(b)

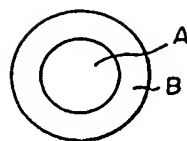


(c)

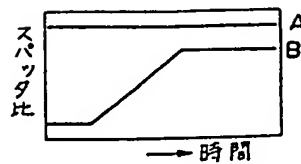


第 6 図

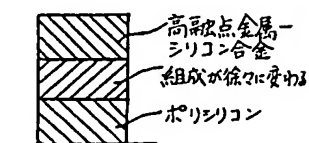
(a)



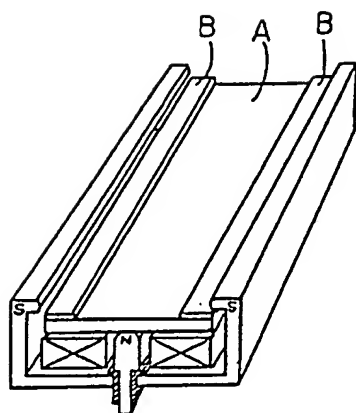
(b)



(c)

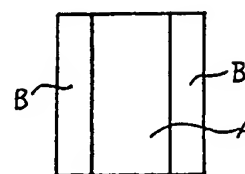


第 7 図

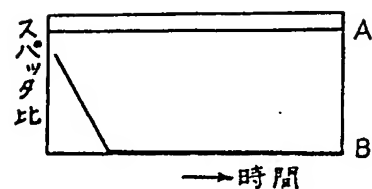


第 8 図

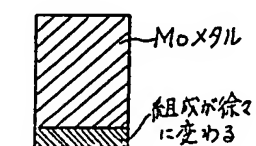
(a)



(b)



(c)



BEST AVAILABLE COPY